

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bakteri termofilik adalah kategori penting dalam mikrobiologi modern karena mereka dapat berkembang pada suhu di atas 40°C dengan kisaran ideal antara 50 dan 55°C (O’Grady *et al.*, 2020). Mikroorganisme termofilik terbagi dalam tiga kelompok berdasarkan kebutuhan suhunya, yaitu termofilik moderat (45–60°C), termofilik ekstrem (70–80°C), dan hipertermofilik ($\geq 80^\circ\text{C}$) (Arbab *et al.*, 2022). Bakteri ekstremofilik ini memiliki toleransi lingkungan yang luas, dengan pH mulai dari 0 hingga 12 dan suhu mulai dari 0 hingga 100°C (Irwin, 2020). Bakteri ini adalah sumber daya yang menjanjikan untuk berbagai aplikasi industri dan bioteknologi karena mereka fleksibel. Bakteri termofilik memiliki keragaman fisiologi dan karakter sel, seperti bakteri anaerobik dan aerobik, bakteri Gram positif dan Gram negatif, dan beberapa yang menghasilkan spora (Mohammad *et al.*, 2017). Jenis ordo bakteri ini adalah Bacillales, Clostridiales, dan Thermoanaerobacterales (Gomes *et al.*, 2016). Bakteri ini sangat berharga secara ekonomi karena mereka dapat menghasilkan enzim termostabil yang tahan terhadap suhu tinggi, pelarut organik, deterjen, dan tingkat pH yang tinggi (Mohammad *et al.*, 2017; Indriati and Megahati S., 2023). Studi tentang bakteri termofilik berkembang pesat setelah penemuan *Thermus aquaticus* sebagai sumber enzim Taq DNA polimerase untuk *polymerase chain reaction* (PCR) pada tahun 1960-an (Irwin, 2020).

Sumber air panas, geiser, tanah vulkanik, dan ventilasi hidrotermal adalah contoh aktivitas panas bumi yang terkait dengan lingkungan alami bakteri termofilik (Fachrial, Ginting and Harmileni, 2022). Habitat panas bumi yang memiliki keanekaragaman mikroba yang luar biasa dapat ditemukan di Indonesia, Islandia, Selandia Baru, Amerika Serikat, dan Italia (Mohammad *et al.*, 2017). Indonesia berada di Cincin Api Pasifik, sehingga memiliki aktivitas panas bumi yang signifikan (Rachmawati *et al.*, 2019). Sebanyak 265 sumber air panas dari Sumatera hingga Papua mendukung pertumbuhan bakteri termofilik (Fachrial, Ginting and Harmileni, 2022). Kawasan Gunung Talang di Kabupaten Solok adalah

salah satu daerah di Sumatera Barat dengan potensi panas bumi tertinggi. Gunung Talang memiliki manifestasi termal seperti batuan teralterasi, fumarol, dan mata air panas (Utami and Putra, 2018). Cadangan panas bumi Gunung Talang terdiri dari sistem hidrotermal yang aktif yang berada pada kedalaman sekitar 150 meter. Potensi energinya diperkirakan mencapai 66 MW (Putriyana and Soekarno, 2020).

Kultur bakteri yang dilindungi dari kondisi ekstrem harus disimpan sebelum analisis lebih lanjut untuk mempertahankan stabilitas fisiologis dan kelangsungan hidupnya. Dalam kriopreservasi, stok gliserol digunakan untuk menjaga stabilitas morfologi bakteri dan melindungi membran sel dari kristal es (Swain and Smith, 2017; Chen, Ren and Chen, 2019; Huyyirnah and Fitriyani, 2020). Bakteri termofilik yang diisolasi dengan cara ini tetap siap untuk tes biokimia dan jenis penelitian lainnya (*Bacterial Culturing from Glycerol Stocks*, 2021). Proses awal untuk mengidentifikasi bakteri adalah dengan menggambarkan koloni makroskopis pada media *nutrient agar* dan pewarnaan Gram untuk membedakan kelompok bakteri berdasarkan struktur dinding sel (Smith and Hussey, 2016; Apriani *et al.*, 2023; Sari *et al.*, 2025).

Pengujian biokimia adalah langkah selanjutnya untuk mengetahui kapasitas metabolisme bakteri. Perubahan warna medium yang disebabkan oleh pembentukan gas atau asam menentukan kemampuan memfermentasi karbohidrat (da Silva *et al.*, 2018; Apriani *et al.*, 2023). Enzim yang mendegradasi hidrogen peroksida dapat diidentifikasi melalui uji katalase (Kasiyati *et al.*, 2023). Uji oksidase mengukur aktivitas sitokrom c oksidase (Aryal, 2022b), dan uji sitrat menunjukkan penggunaan sitrat sebagai sumber karbon (Aryal, 2022b; Sapkota, 2022b; Davis and Pezzlo, 2023). Uji urease mengukur aktivitas enzim urease (Aryal, 2022b), sementara uji *sulfide indole motility* (SIM) menilai pembentukan H₂S, indol, dan motilitas (Chester R. and Cooper, 2019). Rute fermentasi glukosa oleh asetoin (VP positif) dan asam kuat (MR positif) dibedakan oleh uji *methyl red-voges proskauer* (MR-VP) (Apriani *et al.*, 2023; *Methyl Red-Voges Proskauer (MR-VP) Broth*, 2023). Rangkaian uji ini mendukung karakterisasi biokimia awal bakteri termofilik.

Di beberapa daerah di Indonesia, seperti Papua, Sulawesi Selatan, dan beberapa wilayah di Pulau Sumatera, telah dilakukan penelitian mengenai bakteri termofilik. Di Papua, penelitian menemukan isolat *Bacillus* dari mata air panas Moso (Runtuboi *et al.*, 2018). Di Sulawesi Selatan, penelitian pada mata air panas Lejja menghasilkan sekitar 30 isolat yang diidentifikasi sebagai *Bacillus* sp. penghasil amilase (Arfah *et al.*, 2014). Sementara itu, di Pulau Sumatera, beberapa sumber air panas seperti Way Panas di Lampung Selatan, Tanjung Sakti di Sumatera Selatan, dan Sungai Tutung di Jambi diketahui mengandung berbagai bakteri termofilik, termasuk *Bacillus cereus*, *Anoxybacillus flavithermus*, dan *Geobacillus pallidus*, yang menunjukkan aktivitas amilolitik dan proteolitik (Yohandini, Julinar and Muharni, 2015; Nanda *et al.*, 2017; Mahestri, Harpeni and Setyawan, 2021).

Di Provinsi Sumatera Barat, penelitian di sumber air panas Pariangan, Kabupaten Tanah Datar, menemukan *Bacillus* dan *Enterobacter* yang mampu menghasilkan enzim amilase dan selulase (Indriati, Megahati and Putri, 2020). Penelitian lain yang dilakukan di Kabupaten Solok, yaitu di sumber air panas Bukit Gadang, berhasil mengisolasi 13 isolat bakteri termofilik yang diidentifikasi sebagai *Bacillus* sp., *Thermus* sp., dan *Pseudomonas* sp. (Ardhi *et al.*, 2020). Sementara itu, penelitian di sumber air panas Bukit Kili Ketek dengan suhu 52°C dan pH 8 mengidentifikasi isolat *Anoxybacillus flavithermus* strain AE3 yang mampu menghasilkan enzim ekstraseluler selulase dan amilase (Octarya, Syukur and RN, 2011).

Karakterisasi biokimia sangat penting untuk meningkatkan pemahaman terkait aktivitas metabolisme dan potensi pemanfaatan bakteri termofilik dalam bioteknologi. Pengetahuan ini berfungsi sebagai dasar untuk menciptakan aplikasi industri dan meningkatkan data keanekaragaman mikroba sumber air panas Indonesia. Sebagai tahap awal dalam prosedur identifikasi, penelitian ini mengevaluasi kapasitas metabolisme dan profil enzimatik bakteri termofilik yang diisolasi dari sumber air panas di Gunung Talang, Kabupaten Solok, menggunakan serangkaian uji biokimia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

“Bagaimana karakteristik biokimia isolat bakteri termofilik yang diisolasi dari sumber air panas di Gunung Talang, Kabupaten Solok, Sumatera Barat?”

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui karakteristik biokimia bakteri termofilik yang diisolasi dari sumber air panas di Gunung Talang, Kabupaten Solok, Sumatera Barat.

1.3.2 Tujuan Khusus

- 1) Mendeskripsikan karakteristik lokasi sumber isolat bakteri termofilik.
- 2) Mengetahui hasil revitalisasi isolat bakteri termofilik dari stok gliserol di lokasi Batu Bajanjang, Bukit Gadang, dan Bukit Kili Kecil.
- 3) Mengidentifikasi karakteristik makroskopis dan mikroskopis isolat bakteri termofilik.
- 4) Mengetahui karakteristik biokimia isolat bakteri termofilik melalui uji biokimia (uji sitrat, oksidase, katalase, fermentasi karbohidrat, *methyl red-voges proskauer*, urease, dan *sulfide indole motility*).
- 5) Mengidentifikasi genus bakteri termofilik berdasarkan karakter fenotipik yang diperoleh.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Bagi Penulis

Bagi penulis, penelitian ini menjadi sarana untuk melatih keterampilan praktis dalam metode isolasi dan uji biokimia bakteri, sekaligus meningkatkan pemahaman teoritis yang diperoleh selama perkuliahan. Selain itu, penelitian ini juga memberikan pengalaman langsung dalam mengelola penelitian ilmiah dari tahap perencanaan hingga penyusunan laporan.

1.4.2 Manfaat Bagi Pengembangan Ilmu Pengetahuan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang mikrobiologi dan biokimia. Hasil penelitian dapat menambah data ilmiah mengenai karakteristik

biokimia bakteri termofilik yang diisolasi dari sumber air panas, sehingga memperkaya literatur yang dapat digunakan sebagai acuan dalam penelitian selanjutnya.

1.4.3 Manfaat Bagi Industri

Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi awal bagi industri, terutama yang bergerak di bidang bioteknologi, farmasi, dan pengolahan pangan. Karakteristik biokimia bakteri termofilik dapat membantu pemanfaatan enzim atau metabolit yang dihasilkan, mendukung pengembangan produk berbasis mikroorganisme termofilik.

